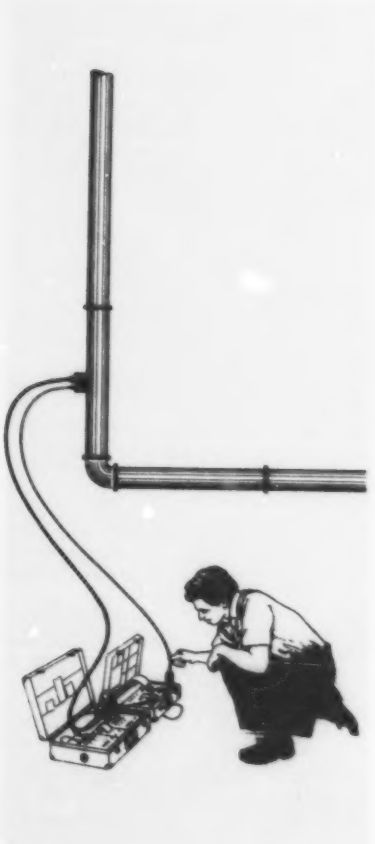
Environmental Protection Series



Reference Method for the Monitoring of Gaseous Emissions from Fossil Fuel-fired Boilers

Reference Method EPS 1/RM/15
September 1990

PRINTED IN CANADA

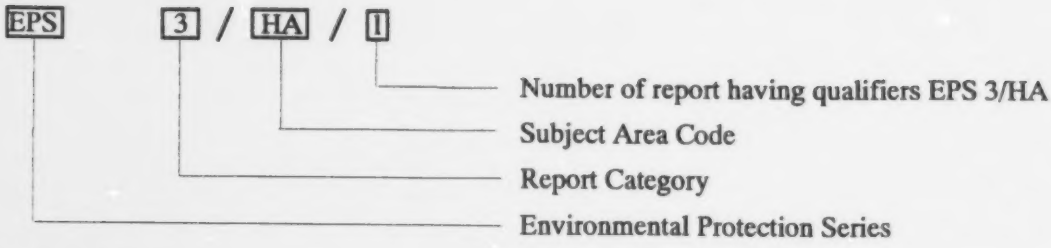
Canada

Environment Canada Environnement Canada

91-00769/

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERIES

Sample Number:



Categories

1 Regulations/Guidelines/Codes of Practice
2 Problem Assessments, and Control Options
3 Research and Technology Development
4 Literature Reviews
5 Surveys
6 Social, Economic and Environmental Impact Assessments
7 Surveillance
8 Policy Proposals & Statements
9 Manuals

Subject Areas

AG Agriculture
AN Anaerobic Technology
AP Airborne Pollutants
AT Aquatic Toxicity
CC Commercial Chemicals
CE Consumers and the Environment
CI Chemical Industries
FA Federal Activities
FP Food Processing
HA Hazardous Wastes
IC Inorganic Chemicals
MA Marine Pollution
MM Mining and Ore Processing
NR Northern and Rural Regions
PF Paper and Fibres
PG Power Generation
PN Petroleum and Natural Gas
RA Refrigeration and Air Conditioning
RM Reference Methods
SF Surface Finishing
SP Oil and Chemical Spills
SRM Standard Reference Methods
TS Transportation Systems
TX Textiles
UP Urban Pollution
WP Wood Protection/Preservation

New subject areas and codes are introduced as they become necessary. A list of EPS reports may be obtained from Environmental Protection Publications, Conservation and Protection, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0H3

Think Recycling!

Pensez à recycler !

This publication is printed on paper containing recovered waste.

Reference Method for the Monitoring of Gaseous Emissions from Fossil Fuel-fired Boilers

Pollution Measurement Division
Technology Development Branch
Conservation and Protection
Environment Canada

Reference Method EPS 1/RM/15
September 1990

CANADIAN CATALOGUING IN PUBLICATION DATA

Main entry under title:

Reference method for the monitoring of gaseous emissions from fossil fuel-fired boilers

(Reference method ; EPS 1/RM/15)
Text in English and French.
Title on added t.p.: Méthode de référence pour la surveillance des émissions gazeuses des chaudières à combustible fossile.
ISBN 0-662-57852-X
DSS cat. no. En49-24/1-15

1. Flue gases -- Measurement. 2. Sulphur dioxide -- Measurement. 3. Nitrogen oxides -- Measurement. 4. Carbon monoxide -- Measurement. 5. Fossil fuels -- Combustion -- Environmental aspects. 6. Pollution -- Measurement. I. Canada. Environment Canada. II. River Road Environmental Technology Centre. Pollution Measurement Division. III. Series: Report (Canada. Environment Canada) ; EPS 1/RM/15.

TD885.R53 1990 628.5'32 C90-098719-7E

©Minister of Supply and Services Canada 1990
Catalogue No. En 49-24/1-15
ISBN 0-662-57852-X
BEAUREGARD PRINTERS LIMITED

Readers' Comments

Inquiries pertaining to the use of this reference method should be directed to:

Pollution Measurement Division
Technology Development Branch
Conservation and Protection
Environment Canada
River Road Environmental Technology Centre
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Additional copies of this document can be obtained from:

Environmental Protection Publications
Technology Development Branch
Conservation and Protection
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Foreword

This Reference Method is applicable to the measurement of emissions of sulphur dioxide (SO_2), nitrogen oxides (NO species), and carbon monoxide (CO) contained in the flue gases from the combustion of fossil fuels used to generate hot water or steam.

Application of this RM for compliance testing requires strict adherence to the method in all respects. Deviation from the method may invalidate the test results. Any changes in equipment, reagents, materials, procedures, or calculations from those specified in the RM must be approved in writing by Environment Canada prior to testing. If deviations are made without prior approval, the validity of the tests shall be determined by Environment Canada on a case-by-case basis.

Note: Mention of trade names or commercial products does not constitute endorsement for use by Environment Canada.

Table of Contents

		Page
Foreword		v
List of Figures		ix
List of Tables		x
Section 1		
Applicability		1
Section 2		
Principle		2
Section 3		
Sampling Location		3
Section 4		
Apparatus		4
4.1	Sample Extraction and Conditioning	4
4.2	Analytical	5
4.3	Data Logging	5
Section 5		
Materials		6
5.1	Zero Gases	6
5.2	Span Gases	6
Section 6		
Procedures		8
6.1	General	8
6.2	Pretest	8
6.3	Testing	8
6.3.1	System Calibration	8
6.3.2	Sampling	11
Section 7		
Calculations		13
Section 8		
Report		15

Appendix I
Verification of Analyzer Performance 17

Appendix II
Determination of Degree of Stratification in the Duct 23

List of Figures

1 Calibration Setup 9
2 Calibration Data Sheet 10
3 Concentration Data Sheet 12
4 Emission Summary Sheet 14

List of Tables

1 Analyzer Specifications 5

2 Span Gases for Specific Fuels 7

3 "F" Factors for Specific Fuels 13

4 Summary of Data Sheets and Attachments 15

Section 1

Applicability

This method is applicable to the measurement of emissions of sulphur dioxide (SO_2), nitrogen oxides (NO species), and carbon monoxide (CO) contained in the flue gases from the combustion of fossil fuels used to generate hot water or steam. For simplicity, these will be referred to as "boilers" in the ensuing text.

Section 2

Principle

A sample of gas is extracted from a single point in a contained, homogenous flow of exhaust gas from the boiler under test. The water vapour is removed from the sample, and the resulting concentrations of SO_2, NO, CO and oxygen (O_2) are measured using species-specific sensors. The SO_2, NO and CO concentrations are converted into mass emission rates per energy unit using fuel-specific factors.

This reference method is tailored to the use of a portable, self-contained system, but standard continuous analyzer systems may be utilized providing they meet the specifications and pass the tests indicated within the body of this method.

Section 3

Sampling Location

Choose a sampling location where the gas flow is well mixed and the effect of infiltration of ambient air is minimized. Attempt to locate the sampling point at the end of a straight section of duct, and do not conduct sampling at elbows or where internal obstructions may result in stagnated flow.

Determine the degree of stratification at the chosen location using the procedures described in Appendix II. If stratification is greater than 10%, use another location and carry out another stratification check. Note that this check must be carried out on each boiler before a compliance test series is initiated.

The sample port should be sufficient in size to accept the sample probe(s), and must provide a positive seal against the infiltration of ambient air. Any significant infiltration of ambient air can cause errors in the measured gas concentrations.

Section 4

Apparatus

The apparatus consists of one or more commercial, portable self-contained systems which extracts and conditions a sample of the flue gas and analyzes it for selected components. It may also provide a printed record of the gas concentrations and other parameters. The portable packages range from single species systems designed for very short sampling duration to those which can operate continuously for extended periods, and measure multiple gaseous components.

The system(s) shall be capable of monitoring NOx (as NO), SO_2, CO and O_2. Note that where multiple systems are utilized, they shall extract their respective samples from the same location in the flue. Note also that a standard continuous monitoring system may be used, provided that it meets the designated specifications and parameters.

The specifications for the system are given in Table 1.

4.1 Sample Extraction and Conditioning

A probe long enough to traverse the flue is required during stratification tests. During sampling, a shorter 0.5- to 1-m probe should be sufficient. Extensions to shorter probes are acceptable, and are made by connecting a stainless steel tube to the probe tip using a short length of flexible tubing. The connecting tubing should be as short as possible and the wetted area minimized.

Table 1 Analyzer Specifications

Parameter	Target Species			
	NO	SO_2	CO	O_2
Range	0 - 1000 (ppm)	0 - 2000* (ppm)	0 - 1000 (ppm)	0 - 20.9 (%)
Accuracy	← 5% →			2%
Continuous Sampling Period	Able to monitor flue gas concentrations continuously for a minimum of one hour			
Drifts	Maximum 5% over a one-hour period			
Ambient Operating Temperature	10 to 40° C or higher			
Interference	As per specifications in Appendix I			

* range: a higher range must be used if high sulpher coal/oil will be encountered.

The provision to remove condensed water from the extracted gas sample forms an essential part of the system by providing protection for both the sample pump and analytical modules. Mechanical traps, and/or desiccants may be utilized for this purpose.

4.2 Analytical

Species-specific sensors are used to detect and quantify the concentrations of NO, SO_2, CO and O_2 in the gas sample. Where one gas species interferes with the concentration of another, the effect of the interfering species must be minimized. Chemical absorbents may be used within the system to remove these interfering species of gases.

4.3 Data Logging

Where a built-in printer/recorder is not provided as an integral part of the system, an external device(s) must be used to log the concentration data, using either digital or analog means. A dedicated channel must be available for each species measured.

Section 5

Materials

5.1 Zero Gases

Zero gases are used to verify the zero indicated by each analyzer module. Ambient air may be used as zero gas for SO_2 and NO sensors. The O_2 sensor zero is verified using pure nitrogen, or calibration gas mixtures containing no oxygen (see Section 5.2). Note that ambient air may also be used to zero the CO sensor, provided that the ambient CO concentration is less than 3 ppm, as verified through analysis by Dräger tube or equivalent means.

5.2 Span Gases

Span gases are used to verify the calibration of each analyzer module. The concentration of each species in the span gas(es) is selected according to the fuel being burned.

The specifications of the span gases are provided in Table 2.

The gases must be analyzed by the supplier and each tank provided with a certification of analysis. A photocopy of all analysis sheets shall be appended to the emission report.

If the mixture is stable, several species may be combined in the same cylinder to reduce the number of gas cylinders at the test site, (e.g., a mixture of CO and SO_2 in nitrogen). If stable, a mixture of NO, CO and SO_2 in nitrogen would reduce the required number of span gas cylinders to one. Contact Environment Canada regarding the suitability of multicomponent mixtures.

Note that individual span gases for SO_2, NO and CO are required for the interference check (Appendix I).

Table 2 Span Gases for Specific Fuels

Fuel	NO* (ppm)	SO_2* (ppm)	CO* (ppm)	O_2** (%)
Natural Gas	150-250	NA	400 - 500	20.9
Oil (#2)	200-300	200-300		
Oil (#4, #6)	300-500	1500-2000		
Coal	400-600			

* in nitrogen
** use ambient air
NA not applicable

Section 6

Procedures

6.1 General

Care should be taken in the operation of the measurement system with respect to any chemical absorbents which may form part of the conditioning system. Absorbents may be exhausted with extended use, leading to erroneously high concentrations being indicated for some species. Replace any absorbent periodically, according to the manufacturer's recommendations.

Periodically empty all mechanical water traps, and/or replace any desiccants used in the system. Any water exiting the trap can readily damage internal components. In the event that the system components are exposed to water, the proper operation of the unit must be verified as specified in Section 6.2.

All analyzers are temperature sensitive to some degree; therefore, it is important that the ambient temperature around the analyzer remain stable during a test. Choose a suitable location for the analyzer that is within the manufacturer's operating temperature limits and where temperature excursions will be minimal over the duration of a test.

6.2 Pretest

Within two weeks of the commencement of testing, the following parameters must be verified according to the procedures provided in Appendix I.

(a) zero/span check
(b) reproducibility check
(c) interference check

Appendix I contains the reporting sheets for these tests, and the acceptable limits for the parameters. The sheets form part of the test report.

6.3 Testing

6.3.1 System Calibration

The target gas concentrations indicated by the system are verified by introducing known concentrations of zero and span gases at the probe inlet, and noting the system response to each. Calibration shall be carried out prior to a test, and at its conclusion. Use the equipment and parameters indicated in Figure 1, and the gases specified in Section 5.2 for the specific fuel being used. Ensure that the system responses have stabilized prior to noting the concentrations indicated (minimum 5 minutes). Print out the concentrations, and note these on the Calibration Data Sheet (Figure 2).

Where zero and/or span controls are not provided, adjustment of the response to the gas concentration may not be possible. In this case construct a "correction" plot of the true concentration against the instrument response for each species. When reporting the stack gas concentrations during the compliance test (Section 6.3.2), note both the uncorrected and corrected concentrations

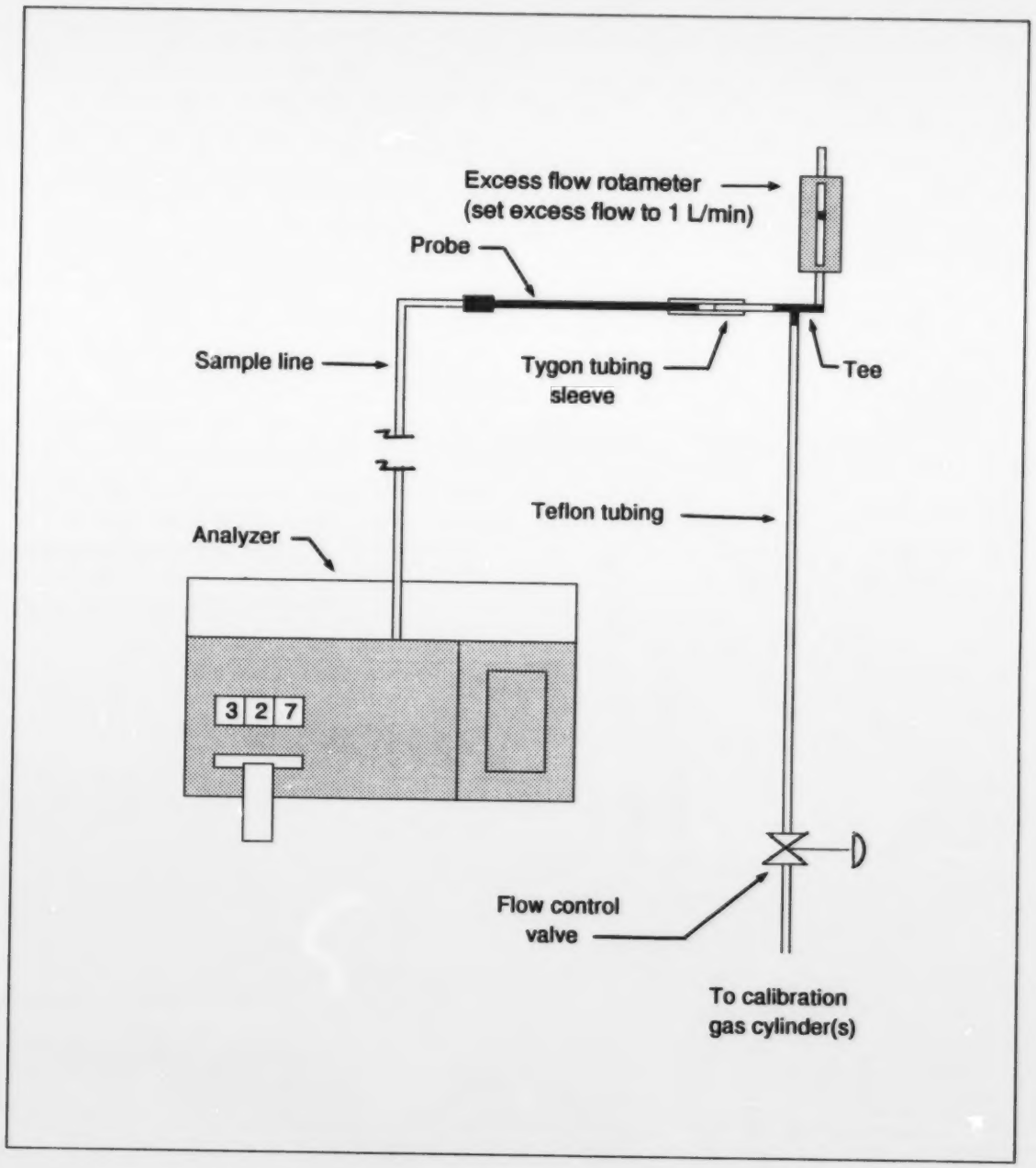


Figure 1 Calibration Setup

Facility name:	Unit number:
Manufacturer of unit:	Date of manufacture:
Boiler type (WT/FT) # :	Test Fuel:
Boiler Heat Input Capacity (state units) :	
Company or organization of sampling crew:	
Date of testing:	Analyzer manufacturer and model:

WT – water tube FT – fire tube

Responses to Calibration Gases

Test No. and Load	Time	Calibration	Zero/span	Analyzer Response NO (ppm)	SO_2 (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)
		Pretest	zero				
			span				
		Post-test	zero				
			span				
Calculated Drifts		Zero drift*		%	%	%	%
		Span drift**		%	%	%	%

$$* \text{ Zero Drift} = \frac{(\text{Post-test zero for species 'X'} - \text{Pretest zero for species 'X'})}{\text{Pretest span for species 'X'}} \times 100\%$$

$$** \text{ Span Drift} = \frac{(\text{Post-test span for species 'X'} - \text{Pretest span for species 'X'})}{\text{Pretest span for species 'X'}} \times 100\%$$

Calibration Gas Data

	Concentrations of calibration gases (from supplier) NO	SO_2	CO	O_2
zero				
span				

Comments

Signature of Sampling Crew Chief (please print name below)	

Figure 2 Calibration Data Sheet

and append a copy of the correction plots used.

If the response for each component at the conclusion of a test is within 5% of the initial value, the concentrations indicated may be used directly. If the amount of drift exceeds 5%, but is less than 10%, then the data may be compensated for drift, or alternately discarded. Use a linear drift algorithm for this purpose, if knowledgeable on the subject, or contact Environment Canada for details. Where drifts exceed 10%, the collected concentration data is discarded and the boiler retested. If the drift is still unacceptable, then remedial action(s) must be taken on the analyzer.

6.3.2 Sampling

Sampling is carried out on a boiler which has operated for a sufficient period of time at the desired load to ensure that the boiler parameters are stable. Empty any water traps and check the state of any desiccants and absorbents used and replace, as required.

Allow the system to warm up by following the manufacturer's instructions. The system should then be calibrated according to the procedures outlined in Section 6.3.1. Following calibration, place the probe in the gas stream at the preselected sample point and allow the responses to stabilize.

Where an internal printer forms part of the system, obtain a copy of the concentrations of SO_2, CO, NO and O_2. Attach the printout to the "Concentration Data Sheet" (Figure 3). Where a chart recorder is used to log the concentration data, record the concentrations directly onto the sheet and append the annotated chart recorder trace to it. Fill in the other indicated data as well.

Carry out additional analyses at intervals of 5 minutes, up to and including a total elapsed time of 30 minutes from the initial analysis. Append all printouts and recorder traces to the Concentration Data Sheet, and fill in the analyses and other required data.

If using chart recorders for data logging, average the concentration data for each species for each five-minute period and record the averages on the sheet.

Facility name:	Boiler number:
Manufacturer of unit:	
Boiler type (WT/FT) *	Date of manufacture:
Boiler Heat Input Capacity (state units) :	
Date of testing:	Boiler load (% MRC) **
Sampling crew affiliation:	
Fuel being tested	Test No:

* WT – water tube FT – fire tube ** – Maximum Rated Capacity

Clock Time (Use 24 h)	Elapsed time (min)	Concentrations			
		NO (ppm)	SO_2 (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)
	0				
	5				
	10				
	15				
	20				
	25				
	30				
Averages		ppm	ppm	ppm	%

Comments

Signature of Sampling Crew Chief (please print name below)	

Figure 3 Concentration Data Sheet

Section 7

Calculations

Calculate the average concentrations for NO, SO_2, CO, and O_2 over the test period using the data on the Concentration Data Sheet. Using the average concentrations for NO, SO_2, CO, and O_2, calculate the emission rates for NO (as NO_2), CO, and SO_2 in ng/J using Equation 1. Choose the appropriate factor "F" for the fuel being burned from Table 3. Enter the calculated emission rates and other indicated parameters on the Emission Summary Sheet (Figure 4).

Equation 1

$$ER_x = \left[\frac{F \times 4.092 \times MW_x \times C_x}{100{,}000}\right] \times \left[\frac{20.9}{20.9 - O_2}\right]$$

where:

ER_x is the mass emission rate per energy unit for species x, ng/J

MW_x is the molecular weight of species x, g/g-mol

C_x is the average concentration of species x, ppm (v/v), dry basis

O_2 is the average concentration of oxygen, % (v/v), dry basis

F is the fuel factor, dry standard cubic metres per Gigajoule (dscm/GJ) (at Reference conditions of 25°C and 101.32 kPa)

Use the following molecular weights (MW_x) in the calculations:

$MW(NO_2)$ = 46.0 g/g-mol
$MW(CO)$ = 28.0 g/g-mol
$MW(SO_2)$ = 64.1 g/g-mol

Table 3 "F" Factors for Specific Fuels

Fuel Group	Fuel	"F" Factor * (dscm/GJ)
Solid	anthracite coal	276.8
	bituminous coal	268.1
	lignite coal	270.3
Liquid	#1 to #6 oil	251.7
Gaseous	natural gas, propane and butane	238.6

* "F" Factor – dry standard cubic metres per Gigajoule

Facility name:	*Boiler number:*
Manufacturer of unit:	*Date of manufacture:*
Boiler Heat Input Capacity (state units) :	
*Boiler type (WT/FT) *:*	
Dates of testing:	*Main fuel:*
Sampling crew affiliation:	*Standby fuel:*

* WT – water tube FT – fire tube

Fuel	F– factor from Table 3	Test No. and Load (% MRC) **	Species	Average Conc. of species from Figure 3	Emission Rate (ng/J)
Main fuel		Test 1	NO	ppm	
			SO_2	ppm	
			CO	ppm	
			O_2	%	
		Test 2	NO	ppm	
			SO_2	ppm	
			CO	ppm	
			O_2	%	
Standby fuel		Test 1	NO	ppm	
			SO_2	ppm	
			CO	ppm	
			O_2	%	
		Test 2	NO	ppm	
			SO_2	ppm	
			CO	ppm	
			O_2	%	

** MRC – Maximum Rated Capacity

Comments

Signature of Person Providing Calculations (please print name below)	

Figure 4 Emission Summary Sheet

Section 8

Report

Due to the number of data sheets and attachments required by this method, the following check sheet (Table 4) may be used to ensure that all required documentation is included. Table 4 does not form part of the required documentation, and is included for convenience only.

Table 4 Summary of Data Sheets and Attachments

Description	Title	Requirements
Figure 2	Calibration data	as required (one sheet per test)
Figure 3	Concentration data	one sheet per test
Figure 4	Emission Summary	one sheet per boiler
Figure I-1	Pretest checks -Drifts-	one sheet for each analyzer
Figure I-2	Pretest checks -Reproducibility-	one sheet for each analyzer
Figure I-3	Pretest checks -Interference-	one sheet for each analyzer
Figure II-1	Stratification Data Sheet	one sheet per duct/flue
Data print-outs for each test		one set of data for each test

Appendix I

Verification of Analyzer Performance

The procedures in this appendix allow the performance of a system to be verified prior to its use during testing. These procedures should be carried out in a controlled temperature environment.

Note that the zero/span drift and interference determinations must be carried out (Sections 1 and 3 respectively). The determination of reproducibility (Section 2) is highly recommended.

1. Zero and Span Drift

Materials: Zero gas, span gas(es) for fuel to tested.

Procedures: Turn on the power and allow the system to warm up following the manufacturer's recommendations. Assemble the equipment as shown in Figure 1. When using ambient air as a zero gas, note the concentrations indicated for SO_2, NO, and CO (initial zero value) and O_2 (initial span value) on the Pretest Drift Data Sheet (Figure I-1). Attach the calibration gas cylinder and adjust the gas flow for an excess of 1L/min. Allow the responses to stabilize and note the concentrations for the relevant gases on the sheet (span values for SO_2, NO, and CO and zero value for O_2).

Following these steps, disconnect the calibration apparatus from the probe tip and allow the system to draw ambient air for a one-hour period. At the one-hour mark, note the concentrations indicated on the sheet (SO_2, NO and CO final zero; O_2 final span).

Analyzer manufacturer:	
Analyzer model number:	
Analyzer serial number:	
Company or organization of sampling crew:	
Date of testing:	

Responses to Calibration Gases

Calibration	Clock Time	Zero/span	Analyzer Response			
			NO (ppm)	SO_2 (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)
Initial		zero				
		span				
Final		zero				
		span				
Drifts		Zero Drift *	%	%	%	%
		Span Drift **	%	%	%	%

$$\text{* Zero Drift (\%)} = \frac{\text{(Final zero for species 'X' – Initial zero for species 'X')}}{\text{Initial span for species 'X'}} \times 100\%$$

$$\text{** Span Drift (\%)} = \frac{\text{(Final span for species 'X' – Initial span for species 'X')}}{\text{Initial span for species 'X'}} \times 100\%$$

Calibration Gas Data

	Concentrations of calibration gases (from supplier)			
	NO	SO_2	CO	O_2
zero				
span				

Comments

Signature of Sampling Crew Chief (please print name below)	

Figure I-1 Drift Data Sheet

Reattach the probe to the calibration apparatus and, using the same calibration gas cylinder(s) and procedures as used at the beginning of this test, determine the responses to the calibration gas(es) and note these values on the Pretest Drift Data Sheet (Figure I-1).

Calculate the zero and span drifts for each gas species as shown on the Pretest Drift Data Sheet. The allowable zero or span drift shall not exceed 5% of the span gas concentration. Values in excess of this indicate unacceptable operation of the equipment, the cause of which must be rectified prior to using the unit for compliance purposes.

2. *Reproducibility*

Materials: Span gases for all species (O_2 excepted).

Procedures : Turn on the power and allow the system to warm up following the manufacturer's recommendations. Ensure that the concentrations indicated for CO, NO, and SO_2 are zero (± 2 ppm). The concentration indicated for oxygen should be 20.9% (± 0.2%). Assemble the equipment as shown in Figure 1.

Adjust the span gas flow for an excess of 1 L/min. Allow the responses to stabilize, and note the concentrations indicated for each species in the gas on the Pretest Reproducibility Check Sheet (Figure I-2). Turn off the gas flow and allow the responses to fall to less than 10% of the calibration gas concentrations. Repeat the procedure until a total of 11 sets of concentrations have been taken. The first set of data should be discarded but the following 10 sets of data must be recorded.

When the data has been recorded, calculate the mean, standard deviation (SD) and coefficient of variation (c.v.) for each species using the remaining data. The maximum allowable c.v. is 3%, and values in excess of this indicate that a problem may exist with the system. All problems should be rectified prior to further use of the system.

Analyzer manufacturer:
Analyzer model number:
Analyzer serial number:
Company or organization of sampling crew:
Date of testing:

Injection #	Analyzer Responses		
	NO (ppm)	SO_2 (ppm)	CO (ppm)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Mean			
SD			
c.v.			

S D = Standard Deviation
c.v. = Coefficient of Variation

$$c.v. = \frac{SD}{Mean} \times 100\ \%$$

Comments

Signature of Sampling Crew Chief (Please print name below)	

Figure 1-2 Reproducibility Check Sheet

3. *Interferences*

Materials: Individual span gases for each gas species must be used as indicated.

SO_2 in N_2 (free of NO and CO)
NO in N_2 (free of SO_2 and CO)
CO in N_2 (free of SO_2 and NO)

Procedures: Turn on the power and allow the system to warm up following the manufacturer's instructions. Ensure that the concentrations of SO_2, NO, and CO when sampling ambient air are zero (± 2 ppm). The oxygen concentration should be 20.9% (± 0.2%).

Assemble the calibration apparatus as shown in Figure 1. Connect the SO_2 span gas cylinder and adjust the gas flow for an excess flow of 1L/min. Allow the responses to stabilize, then record the required responses on the Pretest Interference Check Sheet (Figure I-3). Carry out the same procedure using the NO span gas, and lastly the CO span gas. Calculate the level of interference from each species as shown in in Figure I-3.

The maximum acceptable interference on the CO and SO_2 concentrations is 2% of the concentration of the interfering species. For NO, the maximum acceptable level for any interfering gas species is 1% of the interfering gas species concentration.

Analyzer manufacturer:
Analyzer model number:
Analyzer serial number:
Company or organization of sampling crew:
Date of testing:

Interfering Gas (enter the concentration)	*Analyzer Responses and % Interference*		
	NO (ppm)	*SO_2 (ppm)*	*CO (ppm)*
NO in N_2 (ppm)			
		% Int=	*% Int=*
SO in N_2 (ppm)			
	% Int=		*% Int=*
CO in N_2 (ppm)			
	% Int=	*% Int=*	
Maximum % Interference	*1.0 %*	*2.0 %*	*2.0 %*

% Int = % Interference

$$\text{\% Interference} = \frac{\text{Analyzer response (ppm)}}{\text{Concentration of interfering gas (ppm)}} \times 100\%$$

Comments

Signature of Sampling Crew Chief (please print name below)	

Figure I-3 Interference Check Sheet

Appendix II

Determination of Degree of Stratification in the Duct

Stratification is the term given to a gas flow characterized by nonuniform gas concentrations across the flue or duct. Stratification may significantly affect the emission results, thus the degree of stratification must be determined for each proposed test location.

It is important that the test be carried out with the boiler operating at steady load, such that gas concentration will not vary significantly with time. Should the gas concentrations vary significantly with time, contact Environment Canada regarding alternate procedures for determining stratification.

Set up the equipment at the proposed test location as designated in Section 6.3.2. Ensure that the probe can extend across the entire flue or duct. If the probe length is insufficient, then an extension to the probe may be used, as indicated in Section 4.1.

Warm up the system according to the manufacturer's recommendations. Insert the probe to the far side of the duct, then pull it back 7.5 cm (3 inches). Allow the oxygen concentration to stabilize. Note this concentration on the Stratification Data Sheet (Figure II-1). Continue to withdraw the probe, stopping at 7.5-cm intervals to note the oxygen concentrations at each point. Continue this procedure until the probe is no closer than 7.5 cm from the near wall of the duct. Carry out this procedure as quickly as possible, taking care to ensure that the oxygen concentration indicated by the analyzer has stabilized at each point.

Calculate the average oxygen concentration, then verify that all oxygen concentrations are within 10% of this value. If a point exceeds this value, then another test location must be found which meets the criteria.

Facility Name	
Unit number	
Duct shape and dimensions	
Date	

Test Data

Point Number *	Distance from far wall (cm)	O_2 Concentration. (%)	% Difference from Mean **
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Average		%	

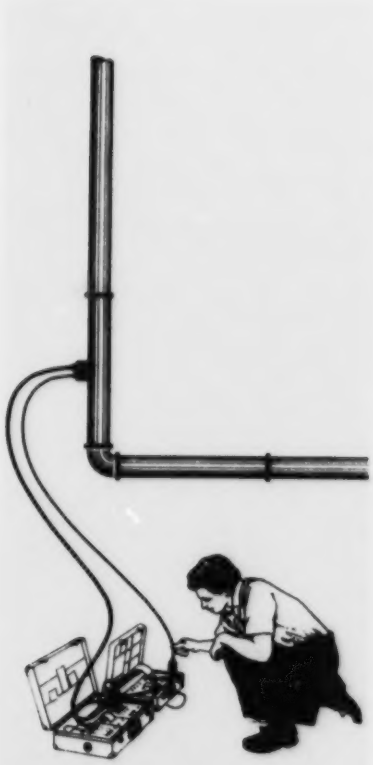
$$\text{** \% Difference from Mean} = \frac{(O_2 \text{ conc. @ point, \%} - \text{Aver. } O_2 \text{ conc., \%})}{(\text{Aver. } O_2 \text{ conc, \%})} \times 100\ \%$$

Diagram Showing Location of Sampling Site

* Use additional sheets if required

Figure II-1 Stratification Data Sheet

Série de la Protection de l'environnement



Méthode de référence pour la surveillance des émissions gazeuses des chaudières à combustible fossile

Méthode de référence SPE 1/RM/15
Septembre 1990

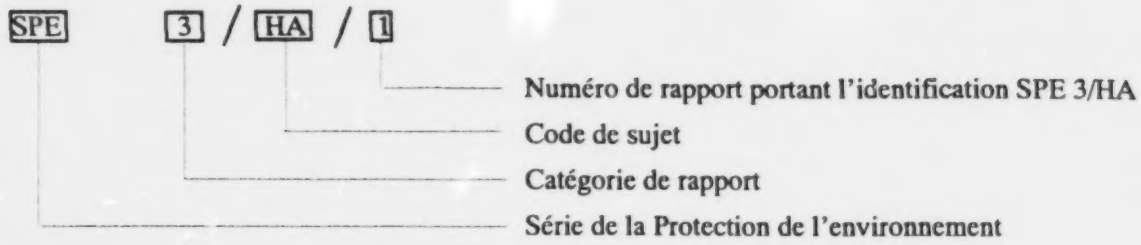
Canada

Environnement Canada | Environment Canada

IMPRIMÉ AU CANADA

SÉRIE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotation :


SPE
3 / HA / 1
Numéro de rapport portant l'identification SPE 3/HA
Code de sujet
Catégorie de rapport
Série de la Protection de l'environnement

Catégories

1 Règlements/Lignes directrices/ Codes de pratiques
2 Évaluation des problèmes et options de contrôle
3 Recherche et développement technologique
4 Revues de la documentation
5 Inventaires, examens et enquêtes
6 Évaluations des impacts sociaux, économiques et environnementaux
7 Surveillance
8 Propositions, analyses et énoncés de principes généraux
9 Guides

Sujets

AG Agriculture
AN Technologie anaérobie
AP Polluants atmosphériques
AT Toxicité aquatique
CC Produits chimiques commerciaux
CE Consommateurs et environnement
CI Industries chimiques
FA Activités fédérales
FP Traitement des aliments
HA Déchets dangereux
IC Chimie inorganique
MA Pollution marine
MM Exploitation minière et traitement des minéraux
NR Régions du Nord et rurales
PF Papier et fibres
PG Production d'électricité
PN Pétrole et gaz naturel
RA Réfrigération et climatisation
RM Méthodes de référence
SF Traitements de surface
SP Déversements de pétrole et de produits chimiques
SRM Méthodes de référence normalisées
TS Systèmes de transport
TX Textiles
UP Pollution urbaine
WP Protection/préservation du bois

Des sujets et des codes additionnels sont introduits au besoin. On peut obtenir une liste des publications de la SPE en s'adressant aux Publications de la Protection de l'environnement, Conservation et Protection, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0H3.

Cette publication est imprimée sur du papier contenant des rebuts recyclés.

Méthode de référence pour la surveillance des émissions gazeuses des chaudières à combustible fossile

Division de la mesure de la pollution
Direction du développement technologique
Conservation et Protection
Environnement Canada

Méthode de référence SPE 1/RM/15
Septembre 1990

DONNÉES DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION (CANADA)

Vedette principale au titre:

Méthode de référence pour la surveillance des émissions gazeuses des chaudières à combustible fossile

(Méthode de référence ; SPE 1/RM/15)
Texte en français et en anglais.
Titre de la p. de t. addit.: Reference method for the monitoring of gaseous emissions from fossil fuel-fired boilers.
ISBN 0-662-57852-X
N° de cat. MAS En49-24/1-15

1. Gaz de combustion -- Mesure. 2. Anhydride sulfureux -- Mesure. 3. Oxydes d'azote -- Mesure. 4. Oxyde de carbone -- Mesure. 5. Combustibles fossiles -- Combustion -- Aspect de l'environnement. 6. Pollution -- Mesure. I. Canada. Environnement Canada. II. Centre environnemental de River Road. Division de la mesure de la pollution. III. Coll.: Rapport (Canada. Environnement Canada); SPE 1/RM/15.

TD885.R53 1990 628.5'32 C90-098719-7F

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
No de catalogue En 49-24/1-15
ISBN 0-662-57852-X
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

Commentaires

Pour formuler des commentaires ou obtenir des renseignements sur l'utilisation de la présente méthode de référence, s'adresser à :

Division de la mesure de la pollution
Direction du développement technologique
Conservation et Protection
Environnement Canada
Centre de technologie environnementale de River Road
Ottawa (Ontario) K1A 0H3

Pour obtenir d'autres exemplaires du présent document, s'adresser à :

Publications de la Protection de l'environnement
Direction du développement technologique
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0H3

Avant-propos

La méthode décrite dans le présent document sert à mesurer les émissions d'anhydride sulfureux (SO_2), d'oxydes d'azote (espèces de NO) et de monoxyde de carbone (CO) dans les gaz de cheminée produits par la combustion de combustibles fossiles en vue de produire de l'eau chaude ou de la vapeur.

Il faut suivre rigoureusement la méthode de référence dans tous ses aspects pour les essais de conformité, car tout écart peut invalider les résultats obtenus. Toute modification apportée aux appareils, aux réactifs, au matériel, au mode opératoire ou aux calculs précisés dans la méthode de référence doit être approuvée par écrit par Environnement Canada avant les essais. Si des modifications sont apportées sans approbation préalable, la validité des essais sera déterminée, cas par cas, par Environnement Canada.

Remarque : Toute mention d'une marque déposée ou d'un produit commercial ne constitue nullement une recommandation de la part d'Environnement Canada.

Table des matières

Avant-propos v

Liste des figures ix

Liste des tableaux x

Section 1
Domaine d'application 1

Section 2
Principe 2

Section 3
Point d'échantillonnage 3

Section 4
Appareillage 4
4.1 Prélèvement et conditionnement de l'échantillon 4
4.2 Analyse 4
4.3 Enregistrement des données 4

Section 5
Produits 6
5.1 Gaz d'étalonnage du zéro 6
5.2 Gaz d'étalonnage de l'étendue 6

Section 6
Mode opératoire 8
6.1 Généralités 8
6.2 Essais préliminaires 8
6.3 Essai 8
6.3.1 Étalonnage 8
6.3.2 Échantillonnage 11

Section 7
Calculs 13

Section 8
Rapport 15

Annexe I
Vérification du rendement de l'analyseur 17

Annexe II
Détermination du degré de stratification dans le conduit . . 23

Liste des figures

1 Dispositif d'étalonnage 9

2 Feuille de données sur l'étalonnage 10

3 Feuille de données sur les concentrations 12

4 Sommaire des émissions 14

Liste des tableaux

1 Caractéristiques de l'analyseur 5

2 Gaz d'étalonnage de l'étendue pour divers combustibles 7

3 Facteurs C pour divers combustibles 13

4 Sommaire des feuilles de données et des annexes 15

Section 1

Domaine d'application

La présente méthode sert à mesurer les émissions d'anhydride sulfureux (SO_2), d'oxydes d'azote (espèces de NO) et de monoxyde de carbone (CO) dans les gaz de cheminée produits par la combustion de combustibles fossiles en vue de produire de l'eau chaude ou de la vapeur. Dans le texte qui suit, le terme «chaudière» désigne les appareils servant à cette fin.

Section 2

Principe

On prélève un échantillon de gaz à partir d'un point unique dans une veine homogène de gaz de cheminée provenant de la chaudière à l'essai. La vapeur d'eau est retirée de l'échantillon et les concentrations de SO_2, de NO, de CO et d'oxygène (O_2) sont mesurées à l'aide de détecteurs spécifiques. Les concentrations de SO_2, de NO et de CO sont converties pour établir le débit-masse d'émission par unité d'énergie, au moyen de facteurs propres à chaque combustible.

La méthode est conçue spécialement pour être utilisée avec des appareils portatifs et autonomes. Cependant, il est possible d'utiliser des analyseurs en continu standard, pourvu qu'ils possèdent les caractéristiques et qu'ils répondent aux exigences indiquées dans la présente méthode.

Section 3

Point d'échantillonnage

Choisir un point d'échantillonnage où la veine gazeuse est bien mélangée et où l'effet de l'infiltration d'air ambiant est réduit au minimum. Essayer de le situer à l'extrémité d'une section droite du conduit, et ne pas prélever d'échantillons dans les coudes ou lorsque des obstructions internes peuvent réduire le débit.

Déterminer le degré de stratification au point choisi en employant le mode opératoire décrit à l'annexe II. S'il est supérieur à 10 %, choisir un autre point et y effectuer une vérification de la stratification. Il faut effectuer cette vérification sur chaque chaudière avant d'entreprendre une série d'essais de conformité.

L'orifice d'échantillonnage devrait être assez grand pour qu'on puisse y introduire la ou les sondes; il doit fermer hermétiquement pour empêcher toute infiltration appréciable d'air ambiant, qui pourrait causer des erreurs dans la mesure des concentrations de gaz.

Section 4

Appareillage

L'appareillage consiste en un ou plusieurs systèmes portatifs et autonomes de type commercial qui prélèvent et conditionnent un échantillon de gaz de cheminée et l'analysent pour en doser certains constituants. Le système peut également fournir un état imprimé des concentrations de gaz et d'autres paramètres. Certains systèmes portatifs permettent de doser une seule espèce et sont conçus pour un échantillonnage de très courte durée, tandis que d'autres peuvent fonctionner en continu pendant de longues périodes et doser de multiples constituants gazeux.

Le ou les systèmes doivent être en mesure de doser les NO_x (en équivalents de NO), le SO_2, le CO et l'oxygène. Si l'on se sert de plusieurs systèmes, il faut prélever les échantillons respectifs au même point dans le conduit. On peut aussi utiliser un système standard de surveillance en continu, pourvu qu'il possède les caractéristiques et respecte les paramètres prévus.

Les caractéristiques du système sont énumérées au tableau 1.

4.1 Prélèvement et conditionnement de l'échantillon

Une sonde assez longue pour traverser le conduit est nécessaire au cours des essais de stratification. Pour l'échantillonnage, une sonde plus courte de 0,5 à 1 m devrait être suffisante. On peut mettre une rallonge à une sonde trop courte, en raccordant un tube en acier inoxydable à l'extrémité de la sonde à l'aide d'un peu de tube souple; le raccord devrait être le plus court possible et la zone mouillée réduite au minimum.

L'élimination de l'eau condensée de l'échantillon de gaz constitue une étape essentielle, car elle permet de protéger à la fois la pompe d'échantillonnage et les modules d'analyse. On peut utiliser à cette fin des pièges à eau mécaniques, des dessicants ou ces deux moyens.

4.2 Analyse

Des détecteurs spécifiques servent à détecter et à doser le NO, le SO_2 , le CO et l'oxygène dans l'échantillon gazeux. Si une espèce de gaz fausse la concentration d'une autre, son effet doit être réduit au minimum; on peut mettre des absorbants chimiques dans le système pour en éliminer ces espèces interférantes.

4.3 Enregistrement des données

Si le système ne comprend pas d'imprimante ou d'enregistreur intégré, on doit utiliser un dispositif externe pour enregistrer les données sur les concentrations, à l'aide de moyens numériques ou analogiques. Il doit y avoir un canal réservé pour chaque espèce dosée.

Tableau 1 Caractéristiques de l'analyseur

Paramètre	Espèces analysées			
	NO	SO_2	CO	O_2
Étendue	0 - 1 000 (ppm)	0 - 2 000* (ppm)	0 - 1 000 (ppm)	0 - 20,9 (%)
Exactitude	← 5 % →			2 %
Période d'échantillonnage continu	Capacité de surveiller en continu les concentrations des gaz de cheminée pendant au moins 1 h			
Dérives	Maximum de 5 % sur 1 h			
Température ambiante de fonctionnement	10 à 40 °C ou plus			
Interférence	Selon les exigences de l'annexe I			

* On doit prévoir une étendue plus large si la teneur en soufre du mazout ou du charbon est élevée.

Section 5

Produits

5.1 Gaz d'étalonnage du zéro

Ces gaz sont utilisés pour vérifier le zéro indiqué par chacun des modules d'analyse. L'air ambiant peut servir de gaz d'étalonnage du zéro pour les détecteurs de SO_2 et de NO. Le zéro du détecteur d'oxygène est vérifié à l'aide d'azote pur ou de mélanges de gaz d'étalonnage exempts d'oxygène (section 5.2). L'air ambiant peut également servir à régler le zéro du détecteur de CO, pourvu que la concentration de CO y soit inférieure à 3 ppm, d'après une analyse au moyen d'un tube Dräger ou d'un appareil équivalent.

5.2 Gaz d'étalonnage de l'étendue

Ces gaz servent à vérifier la calibration de chacun des modules d'analyse.

La concentration de chaque espèce dans le ou les gaz d'étalonnage est choisie selon le combustible utilisé. Le tableau 2 indique les gaz à employer pour divers types de combustibles.

Le fournisseur doit analyser les gaz et fournir un certificat d'analyse pour chaque bouteille. Une photocopie de toutes les analyses doit être annexée au rapport sur les émissions. On peut combiner plusieurs gaz dans la même bouteille, lorsque leur mélange est stable, afin de réduire le nombre de bouteilles de gaz au site d'échantillonnage (p. ex., un mélange de CO et de SO_2 dans de l'azote). S'il est stable, un mélange de NO, de CO et de SO_2 dans de l'azote réduirait à une le nombre de bouteilles de gaz d'étalonnage. Communiquer avec Environnement Canada pour vérifier si le mélange de plusieurs composants est approprié.

Il faut disposer de bouteilles séparées de SO_2, de NO et de CO pour la vérification de l'interférence (annexe I).

Tableau 2 Gaz d'étalonnage de l'étendue pour divers combustibles

Combustible	NO* (ppm)	SO_2* (ppm)	CO* (ppm)	O_2** (%)
Gaz naturel	150 - 250	SO	400 - 500	20,9
Mazout n° 2	200 - 300	200 - 300		
Mazout n° 4, n° 6	300 - 500	1 500 - 2 000		
Charbon	400 - 600			

* Dans de l'azote
** Utiliser l'air ambiant
SO Sans objet

Section 6

Mode opératoire

6.1 Généralités

Au cours du fonctionnement du système de mesure, on devrait prêter attention à tout absorbant chimique qui pourrait faire partie du système de conditionnement. Un usage prolongé peut épuiser les absorbants, et on peut alors obtenir, pour certaines espèces, des concentrations erronées (trop élevées). Remplacer l'absorbant périodiquement, selon les recommandations du fabricant.

Périodiquement, vidanger tous les pièges à eau mécaniques et remplacer tout dessicant utilisé dans le système. Toute fuite d'eau à partir des pièges peut facilement endommager les composants internes du système. Lorsque ceux-ci sont exposés à de l'eau, il faut vérifier le bon fonctionnement du système comme le prévoit la section 6.2.

Comme tous les analyseurs sont sensibles à la température dans une certaine mesure, il est important que la température ambiante demeure stable pendant l'essai. Il faut donc choisir pour l'analyseur un endroit approprié qui respecte les limites de température de fonctionnement fixées par le fabricant et où les écarts de température seront minimes pendant la durée de l'essai.

6.2 Essais préliminaires

Moins de deux semaines avant d'entreprendre un essai, on doit vérifier les paramètres suivants selon le mode opératoire décrit à l'annexe I :

a) Dérive du zéro et de l'étendue;

b) Reproductibilité;

c) Interférence.

L'annexe I comprend les feuilles de données pour ces essais et fixe les limites admissibles pour ces paramètres. Ces feuilles de données font partie du rapport de l'essai.

6.3 Essai

6.3.1 Étalonnage du système

On vérifie les concentrations indiquées par le système pour les espèces gazeuses visées en injectant dans l'orifice d'entrée de la sonde des concentrations connues de gaz d'étalonnage du zéro et de l'étendue et en notant la réponse du système pour chaque concentration. On doit effectuer l'étalonnage avant et après chaque essai. Employer l'équipement et les paramètres indiqués à la figure 1 ainsi que le gaz convenant au combustible utilisé (section 5.2). S'assurer que les réponses du système se sont stabilisées avant de noter les concentrations indiquées, en laissant passer au moins cinq minutes. Produire un imprimé des concentrations et les noter sur la Feuille de données sur l'étalonnage (figure 2).

Lorsque le système ne possède pas de réglage du zéro ou de l'étendue, il peut être impossible d'ajuster la réponse à la concentration de gaz. Dans ce cas, préparer pour chaque espèce un graphique de «correction» de la concentration véritable en fonction de la réponse du système. Au cours des essais de conformité portant sur les gaz de cheminée (section 6.3.2), noter les

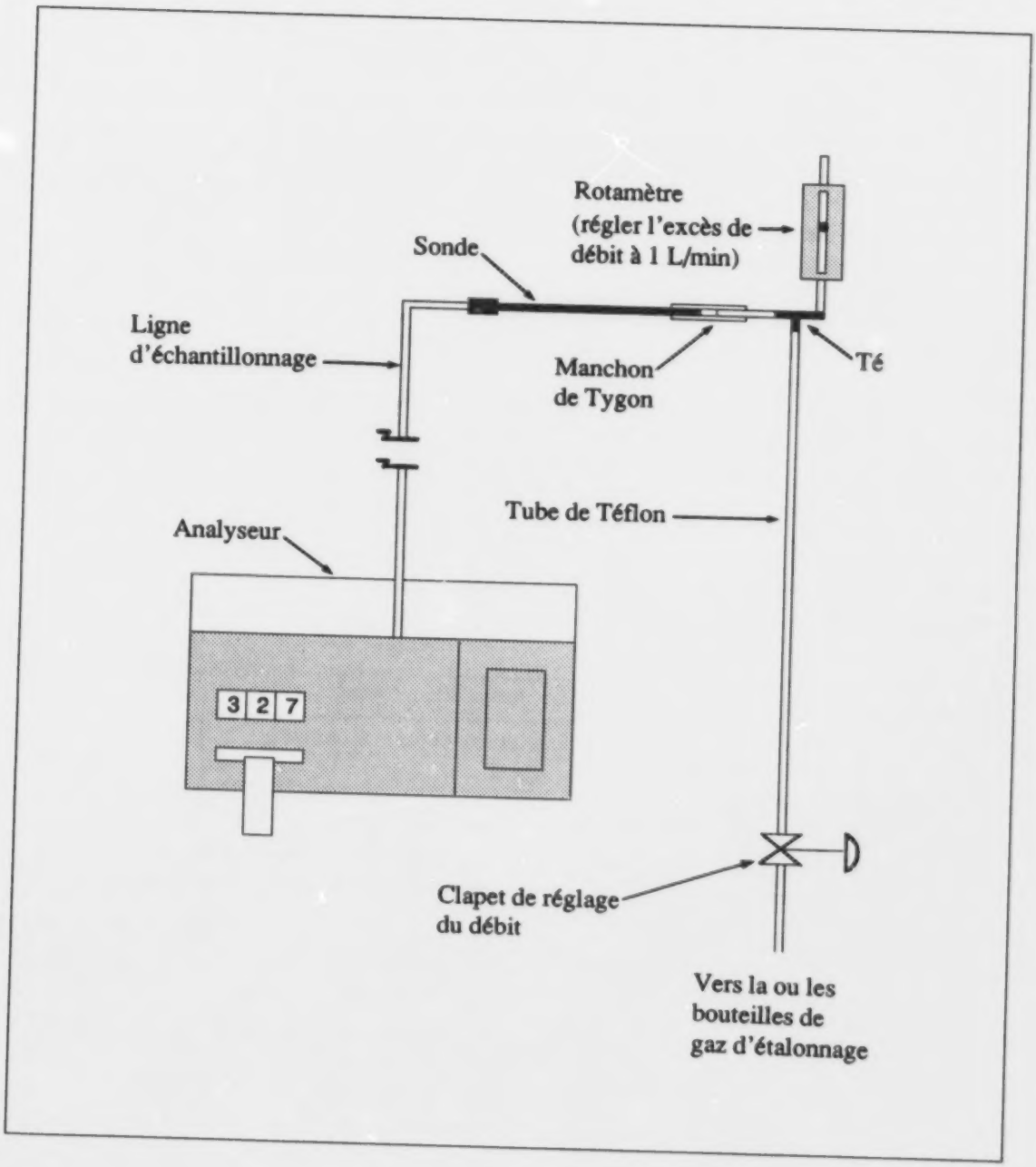


Figure 1 Dispositif d'étalonnage

Nom de l'installation :	N° de la chaudière :
Fabricant :	Date de fabrication :
Type * :	Combustible :
Débit calorifique (valeur, unité) :	
Équipe d'échantillonnage relevant de :	
Date de l'essai :	Fabricant et modèle de l'analyseur :

* TE - à tubes d'eau; TF - à tubes de fumée

Réponses aux gaz d'étalonnage

N° de l'essai et charge	Heure	Étalonnage	Zéro/ Étendue	Réponses de l'analyseur			
				NO (ppm)	SO_2 (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)
		Avant l'essai	Zéro				
			Étendue				
		Après l'essai	Zéro				
			Étendue				
Dérives calculées		Dérive du zéro **		%	%	%	%
		Dérive de l'étendue ***		%	%	%	%

$$** \quad \text{Dérive du zéro} = \frac{\text{Zéro après l'essai} - \text{Zéro avant l'essai}}{\text{Étendue avant l'essai}} \times 100\ \%$$

$$*** \quad \text{Dérive de l'étendue} = \frac{\text{Étendue après l'essai} - \text{Étendue avant l'essai}}{\text{Étendue avant l'essai}} \times 100\ \%$$

Données sur les gaz d'étalonnage

	Concentrations indiquées par le fournisseur			
	NO	SO_2	CO	O_2
Zéro				
Étendue				

Commentaires

Signature (et nom en lettres moulées) du chef de l'équipe	

Figure 2 Feuille de données sur l'étalonnage

concentrations brutes et corrigées, et joindre une copie des courbes de correction utilisées.

Si, à la fin de l'essai, la réponse de l'analyseur pour chaque composant se situe à 5 % près de la valeur initiale, on peut utiliser directement les concentrations indiquées. Si la dérive est supérieure à 5 % mais inférieure à 10 %, on peut rejeter les données ou les corriger pour tenir compte de la dérive. Utiliser pour cela un algorithme de dérivation linéaire, si l'on s'y connaît en la matière, ou encore communiquer avec Environnement Canada pour de plus amples renseignements. Lorsque la dérive est supérieure à 10 %, on rejette les données recueillies et on procède à un nouvel essai. Si la dérive demeure inadmissible, il faut soumettre l'analyseur à des mesures correctives.

6.3.2 Échantillonnage

L'échantillonnage s'effectue sur une chaudière qui fonctionne depuis assez longtemps, à la charge désirée, pour que ses paramètres soient stables. Vidanger tous les pièges à eau, vérifier l'état des dessicants ou absorbants utilisés dans le système et les remplacer au besoin.

Laisser réchauffer le système selon les instructions du fabricant, puis l'étalonner selon le mode opératoire prévu à la section 6.3.1. Introduire ensuite la sonde dans la veine gazeuse au point d'échantillonnage choisi au préalable et attendre que les réponses de l'analyseur se stabilisent.

Si le système est doté d'une imprimante, produire un imprimé des concentrations de SO_2, de CO, de NO et d'oxygène. Joindre cet imprimé à la Feuille de données sur les concentrations (figure 3). Lorsqu'un enregistreur graphique sert à noter les données sur les concentrations, inscrire les concentrations directement sur la feuille de données et y joindre le graphique annoté. Inscrire aussi les autres données indiquées.

Effectuer d'autres analyses à des intervalles de cinq minutes jusqu'à ce que 30 minutes se soient écoulées depuis la première analyse. Joindre tous les imprimés et enregistrements graphiques à la Feuille de données sur les concentrations; consigner sur cette feuille les analyses et les autres données requises.

Si l'on utilise un enregistreur graphique, établir la concentration moyenne de chaque espèce pour chaque période de cinq minutes et l'enregistrer sur la feuille de données.

Nom de l'installation :	N° de la chaudière :
Fabricant :	
Type* :	Date de fabrication :
Débit calorifique (valeur, unité) :	
Date de l'essai :	Charge** :
Équipe d'échantillonnage relevant de :	
Combustible :	N° de l'essai :

* TE - à tubes d'eau; TF - à tubes de fumée

** Pourcentage de la puissance nominale

Heure (0-24 h)	Temps écoulé (min)	Concentration			
		NO (ppm)	SO_2 (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)
	0				
	5				
	10				
	15				
	20				
	25				
	30				
Moyennes		ppm	ppm	ppm	%

Commentaires

Signature (et nom en lettres moulées) du chef de l'équipe	

Figure 3 Feuille de données sur les concentrations

Section 7

Calculs

Calculer, au moyen de la Feuille de données sur les concentrations, les concentrations moyennes de NO, de SO_2, de CO et d'oxygène pendant la durée de l'essai. En utilisant ces moyennes, calculer les débits d'émission de NO (en équivalents de NO_2), de CO et de SO_2, exprimés en ng/J, à l'aide de l'équation ci-dessous. Choisir, au tableau 3, le facteur C convenant au combustible utilisé. Inscrire les débits d'émission calculés et les autres paramètres indiqués sur le Sommaire des émissions (figure 4).

Équation

$$q_{m(x)} = \left[\frac{f_C \times 4{,}092 \times M_x \times \varphi_x}{100\,000}\right] \times \left[\frac{20{,}9}{20{,}9 - \varphi_{O_2}}\right]$$

où :

$q_{m(x)}$ = Débit-masse d'émission de l'espèce x par unité d'énergie, en nanogrammes par joule (ng/J)

M_x = Masse molaire de l'espèce x, en grammes par mole (g/mol)

φ_x = Fraction volumique (concentration) moyenne de l'espèce x, à l'état sec, en parties par million (ppm)

φ_{O_2} = Fraction volumique (concentration) moyenne de l'oxygène, à l'état sec, en pourcentage (%)

f_C = Facteur du combustible, en mètres cubes par gigajoule (m^3/GJ), à l'état sec et aux conditions de référence (température de 25 °C et pression de 101,32 kPa)

Utiliser les masses molaires (M_x) suivantes pour effectuer les calculs :

M_{NO_2} = 46,0 g/mol

M_{CO} = 28,0 g/mol

M_{SO_2} = 64,1 g/mol

Tableau 3 Facteurs C pour divers combustibles

Groupe de combustibles	Combustible	Facteur C* (m^3/GJ)
Solides	Anthracite	276,8
	Houille	268,1
	Lignite	270,3
Liquides	Mazout	251,7
Gaz	Gaz naturel, propane et butane	238,6

* Volume aux conditions de référence, à l'état sec, en mètres cubes par gigajoule

Nom de l'installation :	N° de la chaudière :
Fabricant :	Date de fabrication :
Débit calorifique (valeur, unité) :	
Type* :	
Dates des essais :	Combustible principal :
Équipe relevant de :	Combustible de rechange :

* TE - à tubes d'eau: TF - à tubes de fumée

Combustible	Facteur C (tableau 3)	N° de l'essai et charge **	Espèce	Concentration moyenne (figure 3)	Débit d'émission (ng/J)
Principal		Essai n° 1	NO	ppm	
			SO_2	ppm	
			CO	ppm	
			O_2	%	
		Essai n° 2	NO	ppm	
			SO_2	ppm	
			CO	ppm	
			O_2	%	
De rechange		Essai n° 1	NO	ppm	
			SO_2	ppm	
			CO	ppm	
			O_2	%	
		Essai n° 2	NO	ppm	
			SO_2	ppm	
			CO	ppm	
			O_2	%	

** Pourcentage de la puissance nominale

Commentaires

Signature (et nom en lettres moulées) de l'auteur des calculs	

Figure 4 Sommaire des émissions

Section 8

Rapport

Étant donné que la présente méthode exige un grand nombre de feuilles de données et d'annexes, on peut utiliser la liste de contrôle fournie au tableau 4 pour s'assurer que toute la documentation requise est incluse. Cette liste ne fait pas partie de la documentation exigée et n'est fournie que pour plus de commodité.

Tableau 4 Sommaire des feuilles de données et des annexes

Description	Titre	Exigences
Figure 2	Données sur l'étalonnage	Au besoin (une feuille par essai)
Figure 3	Données sur les concentrations	Une feuille par essai
Figure 4	Sommaire des émissions	Une feuille par chaudière
Figure I-1	Vérification préliminaire -Dérives-	Une feuille par analyseur
Figure I-2	Vérification préliminaire -Reproductibilité-	Une feuille par analyseur
Figure I-3	Vérification préliminaire -Interférence-	Une feuille par analyseur
Figure II-1	Feuille de données sur la stratification	Une feuille par conduit
Imprimés de données pour chaque essai		Un ensemble de données par essai

Annexe I

Vérification du rendement de l'analyseur

Les modes opératoires décrits ci-après permettent de vérifier le rendement d'un système avant son utilisation au cours d'essais. Ils devraient être appliqués dans un milieu à température réglée.

La vérification de la dérive du zéro et de l'étendue (section 1) et celle de l'interférence (section 3) doivent être exécutées. Il est fortement recommandé de vérifier la reproductibilité (section 2).

1. Dérive du zéro et de l'étendue

Produits : Gaz d'étalonnage du zéro et de l'étendue pour le combustible en cause.

Mode opératoire : Mettre le système en marche et le laisser réchauffer selon les recommandations du fabricant. Monter le dispositif d'étalonnage tel qu'illustré à la figure 1. Lorsque l'air ambiant sert de gaz d'étalonnage du zéro, noter les concentrations indiquées pour le SO_2, le NO et le CO (valeurs initiales du zéro) et pour l'oxygène (valeur initiale de l'étendue) sur la Feuille de données sur les dérives (figure I-1). Connecter la bouteille de gaz d'étalonnage et régler l'excès de débit à 1 L/min. Laisser les réponses se stabiliser et noter sur la feuille de données les concentrations des gaz pertinents (valeurs de l'étendue pour le SO_2, le NO et le CO, et valeur du zéro pour l'oxygène).

Ensuite, déconnecter l'appareil d'étalonnage de l'extrémité de la sonde et laisser le système aspirer de l'air ambiant pendant 1 h. Ce délai expiré, noter sur la feuille de données les concentrations indiquées (valeurs finales du zéro pour le SO_2, le NO et le CO, et valeur finale de l'étendue pour l'oxygène). Rattacher la sonde au dispositif d'étalonnage et, au moyen des mêmes bouteilles de gaz d'étalonnage et du mode opératoire décrit ci-dessus, déterminer les réponses au(x) gaz d'étalonnage et les inscrire sur la feuille de données.

Calculer la dérive du zéro et celle de l'étendue pour chaque espèce, de la façon indiquée sur la feuille de données. La dérive admissible du zéro ou de l'étendue ne doit pas être supérieure à 5 % de la concentration du gaz d'étalonnage de l'étendue. Des valeurs supérieures à ce pourcentage indiquent un fonctionnement inacceptable, auquel il faut remédier avant d'utiliser le système pour des essais de conformité.

2. Reproductibilité

Produits : Gaz d'étalonnage de l'étendue pour toutes les espèces (à l'exception de l'oxygène).

Mode opératoire : Mettre le système en marche et le laisser réchauffer selon les recommandations du fabricant. S'assurer que les concentrations indiquées sont égales à zéro (± 2 ppm) pour le CO, le NO et le SO_2 et à 20,9 % (± 0,2 %) pour l'oxygène. Monter le dispositif d'étalonnage tel qu'illustré à la figure 1.

Régler l'excès de débit du gaz d'étalonnage à 1 L/min. Attendre que les réponses se stabilisent et noter les concentrations

Fabricant de l'analyseur	
N° de modèle	
N° de série	
Équipe d'échantillonnage relevant de	
Date de l'essai	

Réponses aux gaz d'étalonnage

Étalonnage	Heure	Zéro/ Étendue	Réponses de l'analyseur			
			NO (ppm)	SO_2 (ppm)	CO (ppm)	O_2 (%)
Valeurs initiales		Zéro				
		Étendue				
Valeurs finales		Zéro				
		Étendue				
Dérives		Zéro *	%	%	%	%
		Étendue **	%	%	%	%

* Dérive du zéro $= \dfrac{\text{Zéro final} - \text{Zéro initial}}{\text{Étendue initiale}} \times 100\ \%$

** Dérive de l'étendue $= \dfrac{\text{Étendue finale} - \text{Étendue initiale}}{\text{Étendue initiale}} \times 100\ \%$

Données sur les gaz d'étalonnage

	Concentrations indiquées par le fournisseur			
	NO	SO_2	CO	O_2
Zéro				
Étendue				

Commentaires

Signature (et nom en lettres moulées) du chef de l'équipe	

Figure I-1 Feuille de données sur les dérives

indiquées pour chaque espèce sur la Feuille de vérification de la reproductibilité (figure I-2). Couper l'admission de gaz et laisser les réponses baisser jusqu'à moins de 10 % de la concentration du gaz d'étalonnage. Répéter l'opération jusqu'à l'obtention de 11 séries de concentrations. La première série devrait être rejetée, mais les 10 séries suivantes doivent être enregistrées.

Calculer ensuite la moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation (CV) pour chaque espèce. Le CV maximum admissible est de 3 %. Si la valeur du CV est supérieure, il se peut que le système ne fonctionne pas adéquatement; il faudrait alors remédier à la situation avant de l'utiliser à nouveau.

3. *Interférence*

Produits : Gaz d'étalonnage de l'étendue pour chaque espèce de gaz :

SO_2 dans de l'azote (N_2) (exempt de NO et de CO)

NO dans de l'azote (N_2) (exempt de SO_2 et de CO)

CO dans de l'azote (N_2) (exempt de SO_2 et de NO)

Mode opératoire : Mettre le système en marche et le laisser réchauffer selon les recommandations du fabricant. Lorsqu'on échantillonne de l'air ambiant, s'assurer que les concentrations indiquées sont égales à zéro (± 2 ppm) pour le SO_2, le NO et le CO et à 20,9 % (± 0,2 %) pour l'oxygène.

Monter le dispositif d'étalonnage tel qu'illustré à la figure 1. Connecter la bouteille de SO_2 et régler l'excès de débit à 1 L/min. Attendre que les réponses se stabilisent, puis inscrire les réponses requises sur la Feuille de vérification de l'interférence (figure I-3). Procéder de la même façon avec le NO, puis avec le CO. Calculer le degré d'interférence de chaque espèce de la façon indiquée à la figure I-3.

L'interférence maximale admissible, mesurée par rapport à la concentration du gaz interférant, est de 2 % pour les concentrations de CO et de SO_2, et de 1 % pour les concentrations de NO.

Fabricant de l'analyseur	
N° de modèle	
N° de série	
Équipe d'échantillonnage relevant de	
Date de l'essai	

Injection n°	Réponses de l'analyseur		
	NO (ppm)	SO_2 (ppm)	CO (ppm)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Moyenne			
Écart type			
CV			

$$\text{CV (coefficient de variation)} = \frac{\text{Écart–type}}{\text{Moyenne}} \times 100\ \%$$

Commentaires

Signature (et nom en lettres moulées) du chef de l'équipe	

Figure 1-2 Feuille de vérification de la reproductibilité

Fabricant de l'analyseur	
N° de modèle	
N° de série	
Équipe d'échantillonnage relevant de	
Date de l'essai	

Gaz interférant (inscrire la concentration)	Réponse de l'analyseur et pourcentage d'interférence		
	NO (ppm)	SO_2 (ppm)	CO (ppm)
NO dans N_2 (ppm)			
		%	%
SO_2 dans N_2 (ppm)			
	%		%
CO dans N_2 (ppm)			
	%	%	
Maximum admissible	1,0 %	2,0 %	2,0 %

$$\text{Pourcentage d'interférence} = \frac{\text{Réponse de l'analyseur (ppm)}}{\text{Concentration du gaz interférant (ppm)}} \times 100\ \%$$

Commentaires

Signature (et nom en lettres moulées) du chef de l'équipe	

Figure I-3 Feuille de vérification de l'interférence

Annexe II

Détermination du degré de stratification dans le conduit

On parle de stratification d'une veine gazeuse lorsque les concentrations de gaz ne sont pas uniformes à l'intérieur du conduit. Ce phénomène peut avoir un effet significatif sur les résultats des essais, et on doit donc en déterminer le degré à chaque point d'essai proposé.

Il est important que l'essai soit effectué lorsque la chaudière fonctionne à une charge constante, afin d'éviter que la concentration de gaz ne varie de façon significative avec le temps. Si cela se produit, communiquer avec Environnement Canada pour obtenir des renseignements sur d'autres méthodes permettant de déterminer la stratification.

Installer l'appareillage à l'emplacement proposé, de la manière indiquée à la section 6.3.2. S'assurer que la sonde peut traverser le conduit de part en part; si elle n'est pas assez longue, on peut y ajouter une rallonge, tel qu'indiqué à la section 4.1.

Laisser réchauffer le système selon les recommandations du fabricant. Introduire la sonde jusqu'à la paroi opposée du conduit, puis la retirer de 7,5 cm (3 po). Laisser la concentration d'oxygène se stabiliser et la noter sur la Feuille de données sur la stratification (figure II-1). Continuer à retirer la sonde en arrêtant à des intervalles de 7,5 cm et en notant à chaque fois la concentration d'oxygène, jusqu'à ce que la sonde se trouve à au moins 7,5 cm de la paroi la plus rapprochée du conduit. Effectuer cette opération le plus rapidement possible, en prenant soin de veiller à ce que la concentration d'oxygène indiquée par l'analyseur se soit stabilisée à chaque point.

Calculer la concentration moyenne d'oxygène, puis vérifier si toutes les concentrations d'oxygène se situent à 10 % près de cette valeur. Si l'écart est plus grand en un point quelconque, il faut trouver, pour mener l'essai, un autre endroit où ce critère est respecté.

Nom de l'installation	
N° de la chaudière	
Profil et dimensions du conduit	
Date	

Données d'essai

Point n° *	Distance de la paroi éloignée (cm)	Concentration d'oxygène (%)	Différence par rapport à la moyenne (%) **
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Moyenne		%	

* Utiliser d'autres feuilles au besoin

** $\text{Différence} = \dfrac{\text{Concentration au point } x - \text{Concentration moyenne}}{\text{Concentration moyenne}} \times 100\ \%$

Diagramme indiquant l'emplacement du point d'échantillonnage

Figure II-1 Feuille de données sur la stratification